

# RANCANG BANGUN SISTEM PROTEKSI ARUS LEBIH MOTOR 3 FASA DENGAN *TIMER* *START* DAN *TRIP*

Andri Tukananto<sup>1)</sup>, Junaidi<sup>2)</sup>, Hardiansyah<sup>3)</sup>  
<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura  
Email: [andri.tukananto@gmail.com](mailto:andri.tukananto@gmail.com)

*Abstract- Induction motor when turned on directly will pull the current 5 to 7 times the full load current. The current that began this great can result in a voltage drop on the line so that it will interfere with other devices connected on the same line. For large power motor starting current will also be greater, so for motor with power above 30 or 50 hp are not recommended to turned on the motor directly. Right now, in Siantan Diesel Power Plant using Thermal Overload to protect the overcurrent, therefore in this research is about "Rancang Bangun Sistem Proteksi Arus Lebih Motor Induksi 3 Fasa Dengan Timer Start dan Trip". This design started from the selected conditions of the motor field and data in Siantan Diesel Power Plant. This result of design has result of start current measurement up to 380A in less than 0,5 seconds, meanwhile the nominal current when its working after the start current is 77A. To achieve nominal currents that needed less than 3 seconds, because the setting on the timer start and trip is 3 second, if it exceeds the time limit setting then the circuit will trip. The current trip in the measurement result 2,6A with time tolerance setting less than 3 seconds that can be set on IC 555 through a trimpot. With the delay system, composed of the timer start and trip will reducer configuration overcurrent, all components such as Resistor, LM 741, Relay 12V DC and other expeted to control the current to the motor gradually in accordance with the desired setting. Thus motor starting problem and distraction from the induction motor 3 phase can be overcome.*

*Keywords ; Timer start, Timer trip, Overcurrent*

## 1. PENDAHULUAN

Motor induksi merupakan motor listrik arus bolak balik (AC) yang paling luas digunakan. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa motor ini bekerja berdasarkan induksi medan magnet stator ke statornya, dimana arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator.

Hasil dari observasi yang peneliti lakukan di PLTD Siantan, Motor Induksi 3 fasa yang digunakan sebagai pompa air untuk pendingin generator sering

mengalami gangguan yaitu dari arus lebih yang dapat merusak motor tersebut.

Berikut contoh permasalahan akibat gangguan pada motor induksi di lingkungan industri (PLTD Siantan):

- 1) *Lifetime* peralatan listrik atau mesin semakin menurun.
- 2) Seringnya terjadi kasus gulungan terbakar, kerusakan bearing pada motor induksi 3 fasa karena terjadinya arus lebih, dll.

Permasalahan tersebut diharapkan akan teratasi selain menggunakan *Thermal Overload Relay* (TOR) yaitu dengan merancang dan membuat alat proteksi arus lebih motor induksi 3 fasa dengan *timer start* dan *trip*. Dari pembuatan alat pengaman motor induksi 3 fasa ini diharapkan motor dapat bebas dari gangguan khususnya gangguan arus lebih.

## 2. MOTOR INDUKSI 3 FASA DAN PROTEKSI ARUS LEBIH

### A. Motor Induksi 3 fasa [1 – 3]

Konstruksi motor induksi secara detail terdiri atas dua bagian, yaitu: bagian stator dan bagian rotor. Stator adalah bagian motor yang diam terdiri : badan motor, inti stator, belitan stator, bearing dan *terminal box*. Bagian rotor adalah bagian motor yang berputar, terdiri atas rotor sangkar, poros rotor.



a. Bentuk fisik



b. Motor induksi bagian dalam

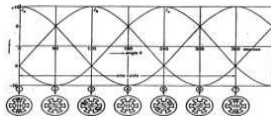
**Gambar 1. Motor induksi 3 fasa**

### B. Prinsip kerja motor induksi

Prinsip kerja motor induksi tiga fasa didasarkan pada hukum Faraday (tegangan induksi akan ditimbulkan oleh perubahan induksi magnetik pada suatu lilitan) dan hukum Lorentz. (perubahan magnetik akan menimbulkan gaya). Prinsip dasar dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Tegangan induksi akan timbul pada setiap konduktor diakibatkan oleh medan magnet yang memotong konduktor (hukum Faraday).
2. Karena konduktor dihubungkan menjadi satu, membuat tegangan induksi menghasilkan arus yang mengalir dari konduktor ke konduktor lain.

3. Karena terjadi arus diantara medan magnet maka akan timbulah gaya (hukum Lorentz). Gaya akan selalu menarik konduktor untuk bergerak sepanjang medan magnetik.



**Gambar 2. Prinsip Kerja Motor Induksi**

Kecepatan motor induksi tiga fasa sangat oleh jumlah kutub pada stator dan frekuensi sumber tegangan yang dirumuskan sebagai berikut :

$$n_s = \frac{120 \cdot f}{P} \quad (1)$$

dimana :

- $n_s$  = kecepatan sinkron (rpm)  
 $f$  = frekuensi (Hz)  
 $P$  = jumlah kutub

Selisih antara kecepatan rotor dan kecepatan sinkron disebut slip. Slip dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut.

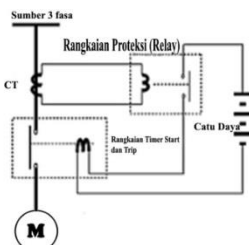
$$S = \frac{n_s - n}{n_s} \quad (2)$$

dimana :

- $S$  = Slip  
 $n_s$  = Kecepatan Sinkron (rpm)  
 $n$  = Kecepatan rotor (rpm)

### C. Proteksi Arus Lebih Pada Motor 3 fasa

Rangkaian Dasar Sistem Proteksi [4]



**Gambar 3. Rangkaian Dasar Sistem Proteksi**

Sistem proteksi dilakukan pada peralatan-peralatan listrik yang terpasang pada suatu sistem tenaga misalnya generator, transformator jaringan, motor listrik dan lain-lain, terhadap kondisi abnormal operasi sistem itu sendiri. Kondisi abnormal itu dapat berupa antara lain : hubung singkat, arus lebih, tegangan lebih, beban lebih, frekuensi sistem rendah, dan lain-lain.

Proteksi itu diperlukan (Gambar 3.):

1. Untuk menghindari ataupun untuk mengurangi kerusakan peralatan-peralatan akibat gangguan (kondisi abnormal operasi sistem). Semakin cepat reaksi perangkat proteksi yang digunakan maka akan semakin sedikitlah pengaruh gangguan kepada kemungkinan kerusakan alat.
2. Untuk cepat melokalisir luas daerah terganggu menjadi sekecil mungkin.

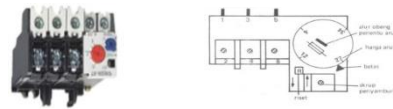
3. Untuk mengamankan manusia terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh listrik.

### D. Thermal Overload Relay (TOR) [5]

TOR adalah salah satu pengaman motor listrik dari arus yang berlebihan. Bila Arus yang melewati motor listrik terlalu besar maka akan merusak beban. Oleh sebab itu, TOR akan memutuskan rangkaian apabila ada arus listrik yang melebihi batas beban.

Relay ini dihubungkan kekontak sebelum beban, gunanya untuk mengamankan motor listrik atau memberi perlindungan kepada motor listrik dari kerusakan akibat beban lebih. Beberapa penyebab terjadinya beban lebih antara lain:

1. Terlalu besarnya beban mekanik dari motor listrik.
2. Arus start yang terlalu besar atau motor listrik berhenti secara mendadak.
3. Terjadinya hubung singkat.
4. Terbukanya salah satu fasa dari motor listrik 3 fasa.

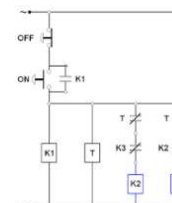


**Gambar 5. Bentuk Fisik TOR**

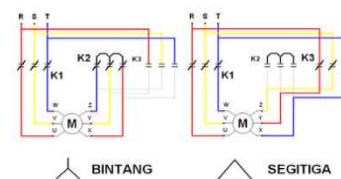
### E. Rangkaian Starting Start – Delta [5 – 6]

Untuk mengurangi besarnya arus start pada motor induksi 3 fasa yang mendekati 7x arus nominal [7] maka dapat dengan menggunakan metode *start Star-Delta*. Dengan metode ini motor awalnya *disetting* pada asutan *star*, setelah motor mencapai kecepatan 80% kecepatan maksimal, sambungan diubah ke sambungan delta. Dengan cara ini maka torsi dapat dipertahankan sedangkan lonjakan arus *start* dapat ditekan.

*Star delta* adalah sebuah sistem *starting* motor yang paling banyak dipergunakan untuk *starting* motor listrik.

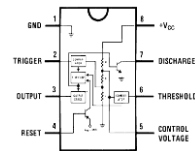


**Gambar 6. Rangkaian Kontrol**



**Gambar 7. Rangkaian Star-delta**

## F. IC 555 [7 - 9]



a. Bentuk fisik IC555

b. Bagian dan fungsi dari bagian kaki IC555

**Gambar 8. Bentuk Dan Struktur Rangkaian IC 555**

Secara keseluruhan IC 555 tersusun atas 2 komparator tegangan, 1 flip-flop *bistable*, 1 transistor pembuangan (*discharge*), dan 3 resistor pembagi tegangan. rumus *timer* IC 555 (pewaktu) sebagai berikut :

$$T = 1,1 \times R \times C \quad (3)$$

Dimana :

T = Waktu (detik)  
R = Tahanan ( $\Omega$ )  
C = Kapasitor (F)

## 3. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN RANGKAIAN *TIMER START*, *TIMER TRIP* DAN PROTEKSI

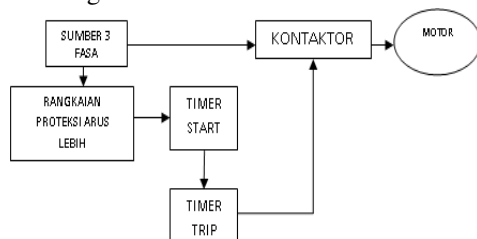
### A. Persiapan Perancangan Pembuatan Alat

Dalam perancangan alat tugas akhir yang berjudul “Sistem Proteksi Arus Lebih Motor Induksi 3 Fasa Dilengkapi Dengan *Timer Start* dan *Trip*” dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data spesifikasi motor induksi.
2. Membuat rangkaian perancangan sistem proteksi arus lebih pada motor induksi 3 fasa dengan *timer start* sebagai proteksi saat pengasutan dan *timer trip* sebagai proteksi jika terjadi gangguan arus lebih.
3. Melakukan instalasi sistem proteksi arus lebih serta *soft starting* pada motor induksi 3 fasa.
4. Melakukan pengujian dari keseluruhan rangkaian sistem proteksi motor induksi tiga fasa terhadap gangguan arus lebih menggunakan rangkaian *timer start* dan *trip*.

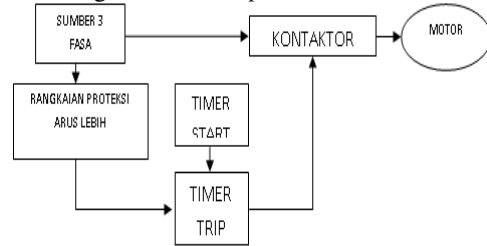
Perancangan sistem proteksi dapat lihat seperti blok diagram sistem berikut :

### 1. Blok diagram *Timer Start*



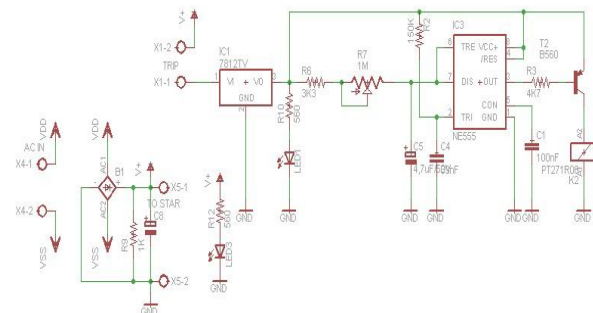
**Gambar 9. Blok Diagram Perancangan *Timer Start* dan *Trip* Dalam Kondisi Saat Start.**

### 2. Blok diagram *Timer trip*



**Gambar 10. Blok Diagram Perancangan *Timer Start* dan *Trip* Dalam Kondisi Motor Bekerja Dan Jika Mengalami Gangguan (Arus Lebih)**

## B. Perancangan Rangkaian *Timer Start*



**Gambar 11. Rangkaian *Timer start***

Dalam perhitungan *timer start* dan *trip* dapat digunakan rumus *timer* IC 555 (pewaktu) sesuai persamaan 3 sebagai berikut :

$$T = 1,1 \times R \times C$$

Rumus tersebut adalah untuk perhitungan waktu *setting* trimpot yang terpasang di pin 7 (*discharge*) IC 555.

$$T = 1,1 \times (R_6 + R_7) \times C_5$$

$$T = 1,1 \times (3300 + 1000000) \times 4,7 \times 10^{-6}$$

$$T = 1,1 \times 1003300 \times 4,7 \times 10^{-6}$$

$$T = 5,187061 \text{ detik (nilai waktu maksimal)}$$

100 % pada trimpot)

Sedangkan waktu yang diperlukan 3 detik, maka :

$$T \text{ untuk 3 detik} = \frac{3 \text{ detik}}{5,187061 \text{ detik}} \times 100\% = 57,84 \%$$

Keterangan :

T = Waktu (detik)

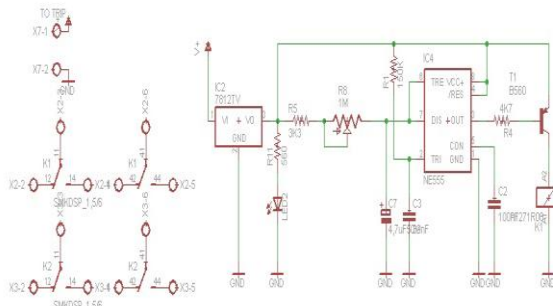
R = Tahanan ( $\Omega$ )

C = Kapasitor (F)

Dari perhitungan ini dapat diketahui toleransi pengatur waktu sesuai dengan nilai tahanan ( $R_6$ ), trimpot sebagai pengatur tahanan ( $R_7$ ), dan kapasitor ( $C_5$ ) yang terpasang pada salah satu pin IC 555 yaitu pin 7(*discharge*) (lihat Gambar 9b dan Gambar 12).

*Disetting* 3 detik bertujuan untuk mempercepat kerja relay dalam memproteksi motor dari arus lebih yang sangat lama (lebih dari 3 detik) yang mengakibatkan gulungan terbakar dan sebagainya, syarat proteksi adalah semakin cepat gangguan diatasi maka semakin jauh dari kerusakan yang akan terjadi.

### C. Perancangan Rangkaian Timer Trip



Gambar 12. Rangkaian Timer Trip

#### Perhitungan :

Rumus :  $T = 1,1 \times R \times C$

$$T = 1,1 \times (R_5 + R_8) \times C_7$$

$$T = 1,1 \times (3300 + 1000000) \times 4,7 \times 10^{-6}$$

$$T = 1,1 \times 1003300 \times 4,7 \times 10^{-6}$$

$$T = 5,187061 \text{ detik ( nilai waktu maksimal$$

100 % pada trimpot)

Sedangkan waktu yang diperlukan 3 detik, maka :

$$T \text{ untuk 3 detik} = \frac{3 \text{ detik}}{5,187061 \text{ detik}} \times 100 \%$$

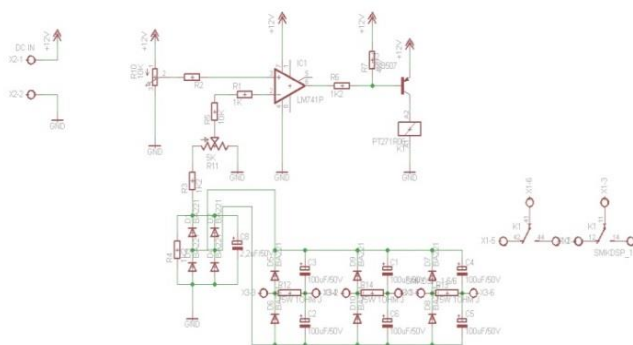
$$= 57,84 \%$$

Keterangan :

T = Waktu (detik)  
R = Tahanan ( $\Omega$ )  
C = Kapasitor (F)

Dari perhitungan ini dapat diketahui toleransi pengatur waktu sesuai dengan nilai tahanan ( $R_5$ ), trimpot sebagai pengatur tahanan ( $R_8$ ), dan kapasitor ( $C_7$ ) yang terpasang pada salah satu pin IC 555 yaitu pin 7(discharge) (lihat Gambar 9b dan Gambar 13).

### D. Perancangan Rangkaian Proteksi



Gambar 13. Rangkaian Proteksi.

Rangkaian proteksi menggunakan IC LM 741 sebagai pembanding tegangan, sedangkan arus yang dikeluarkan CT 150 : 5A dikonversikan menjadi tegangan dengan persamaan sebagai berikut :

$$V = I \times R \quad (4)$$

$$V_{max} = I_{max} \times R \quad (5)$$

Dimana :

$V_{max}$  = Tegangan maksimal yang dikeluarkan CT setelah diparalel dengan tahanan

$I_{max}$  = Arus maksimal yang dikeluarkan CT = 5A

R = Nilai tahanan yang terpasang pada rangkaian proteksi  $R_{12}$ ,  $R_{13}$  dan  $R_{14} = 1 \Omega$

Maka perhitungan untuk mengetahui tegangan maksimal adalah :

$$V_{max} = I_{max} \times R$$

$$V_{max} = 5 \text{ A} \times 1 \Omega$$

$$V_{max} = 5 \text{ V}$$

Jadi tegangan maksimal yang dikonversikan pada rangkaian proteksi untuk dikirim ke rangkaian pembanding tegangan IC LM 741 adalah 5V, jika arus atau tegangan melebihi batas tersebut maka rangkaian otomatis akan trip.

### 4. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN WAKTU TUNDA START DAN TRIP

#### A. Langkah Pengujian Alat

Untuk mengetahui unjuk kerja dan mendapatkan hasil perancangan yang maksimal, maka alat yang telah dirancang perlu diuji dan dianalisis. Pengujian peralatan dilakukan di PLTD Siantan. Dari pengujian yang dilakukan akan didapatkan data yang kemudian dianalisis untuk menentukan kelayakan alat yang dirancang.

Adapun proses pengujian antara lain :

1. Pengukuran arus nominal pada rangkaian kontrol panel sebelum pemasangan timer start dan trip.
2. Pengujian waktu start pada motor dan pengukuran arus start saat timer start dan trip terpasang.
3. Pengujian trip saat menerima arus lebih pada motor (digantikan menggunakan pemberian arus lebih dari regulator ac ke rangkaian alat).

#### B. Pengukuran Arus Nominal Pada Rangkaian Kontrol Panel Sebelum Pemasangan Timer Start dan Trip

Pengukuran ini dilakukan agar dapat mengetahui arus sebelum motor dijalankan, pengukuran ini diukur menggunakan tang ampere. Current Transformer (CT) dikontrol panel motor pompa dermaga pada PLTD Siantan untuk ratio setiap fasa dipasang CT dengan ratio sebesar 150/5A (Gambar 15.) CT dipasang (Gambar 16.) bertujuan selain digunakan untuk proteksi CT juga berfungsi untuk memperkecil besaran arus pada sistem tenaga listrik menjadi besaran arus untuk sistem pengukuran.



Gambar 14. Current Transformer (CT) Dengan Ratio 150/5A



Pada panel rangkaian kontrol pemasangan CT untuk pengukuran yang dirangkai ke rangkaian sistem proteksi arus lebih.



**Gambar 15. Pemasangan CT (Tanda Panah) Pada Rangkaian Kontrol Panel Sebagai Pengatur Arus Pada Alat Ukur**

#### 1. Pengukuran Arus Nominal



**Gambar 16. Pengukuran Sumber Rangkaian**

#### 2. Arus Primer CT



**Gambar 17. Pengukuran Arus Primer CT Dengan Ratio 150/5A**

#### 3. Arus Sekunder CT



**Gambar 18. Pengukuran Arus Sekunder CT Dengan Ratio 150/5A**

Hasil dari pengukuran arus sumber sebesar 135,4 A (Gambar 17), pengukuran arus primer CT adalah 66 A (Gambar 18.), dan pengukuran arus sekunder pada CT adalah 2,58 A (Gambar 19.).

Jika dalam perhitungan arus sekunder pada *Gambar 4.4.* adalah :

$$I_s = \frac{66 \times 5}{150}$$

$$I_s = 2,2 \text{ A}$$

Sedangkan pada *Gambar* . arus primer dapat dihitung sebagai berikut :

$$I_p = \frac{2,58 \times 150}{5}$$

$$I_p = 77,4 \text{ A}$$

Perbedaan pada pengukuran (Gambar 18. dan Gambar 19) disebabkan oleh rugi – rugi arus yang melalui perangkat sistem pada rangkaian kontrol dan kesalahan pembacaan alat ukur tang ampere yang cara kerjanya menggunakan induksi magnet dibagian tengahnya sehingga dalam pengukurannya dapat terpengaruh oleh arus pada penghantar lainnya dibagian sisi luar tang ampere.

#### C. Pengujian Waktu Dan Pengukuran Arus Start Pada Motor Saat Timer Start Dan Trip Terpasang

1. Kondisi awal rangkaian dan motor induksi 3 fasa belum dinyalakan.



**Gambar 19. Keadaan Awal Rangkaian (Off) Yang Ditunjukkan Ampere Meter**

2. Kondisi arus *start* awal motor induksi 3 fasa



**Gambar 20. Keadaan Arus Start Awal**

3. Kondisi arus *start* akhir (arus lonjakan sesaat) motor induksi 3 fasa



**Gambar 21. Keadaan Arus Start Akhir (Arus Lonjakan Sesaat).**

#### 4. Pengujian Waktu



**Gambar 23. Kondisi Arus Start Mulai Ditunjukkan Pada Lampu Panel Berwarna Merah Didetik Ke 7**



**Gambar 24. Kondisi Arus Start Berakhir Hingga Arus Dalam Kondisi Normal Ditunjukkan Pada Lampu Panel Warna Merah Dengan Kondisi Tidak Menyala Didetik Ke 9.**

Pada keadaan arus yang mulai melonjak (Gambar 23.) tersebut lampu *trip* akan menyala sesaat guna memberikan informasi bahwa arus lonjakan yang besar sedang diproses dan diseleksi pada modul proteksi dengan toleransi waktu yang diberikan oleh *timer trip* hingga kondisi arus dalam keadaan normal (Gambar 24.). Jika terjadi gangguan maka lampu indikator kuning dan hijau akan padam terlebih dahulu sedangkan lampu indikator merah tetap menyala dengan waktu yang tidak lama. Namun jika keadaan tersebut bisa diatasi dan diredam oleh modul proteksi dengan toleransi waktu (*delay*) yang diberikan *timer trip*, maka lampu indikator merah akan padam dan rangkaian kontrol serta motor induksi 3 fasa akan berkerja.

#### 5. Keadaan arus stabil setelah arus *start*

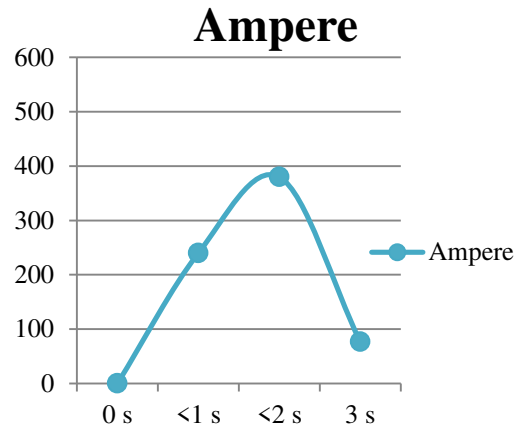


**Gambar 25. Keadaan Arus Stabil**

**Tabel 4.1. Arus lebih dalam kondisi lonjakan sesaat.**

No	Waktu (detik)	Tegangan (Volt)	Keterangan
1	< 1	240	Ekstrim
2	< 2	380	Sangat ekstrim
3	3	77	Normal

#### 6. Grafik asru *start* motor hingga keadaan normal



**Gambar 26. Grafik arus start hingga keadaan arus normal**

#### D. Pengujian *Trip* Saat Menerima Arus Lebih Dan Gangguan

##### 1. Hasil pengujian



**Gambar 27. Hasil Pengujian Menggunakan Tang Ampere Yang Diasut Oleh Regulator AC, Dengan Memberikan Arus Lebih Pada Rangkaian**

Arus sekunder pada tang ampere = 2,6 A dapat dikalibrasi dengan ratio pada CT agar dapat mengetahui arus primernya, dengan perhitungan sebagai berikut :

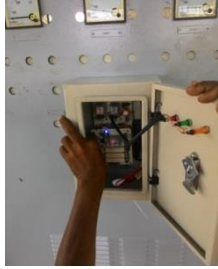
➤ **perhitungan** arus primer pada CT dengan ratio 150/5 A ( $I_p$ ).

$$I_p = \frac{2,6 \times 150}{5}$$

$$I_p = 78 \text{ A}$$

Jadi arus lebih atau arus gangguan yang dapat ditahan oleh relay proteksi dan *timer trip* sebesar 78 A.

## 2. Kondisi Lampu Saat Terjadi Gangguan *Trip*



**Gambar 28. Lampu Led Merah Penanda Saat Terjadinya *Trip***

Pada gambar 4.14. penandaan didalam panel rangkaian saat terjadi *trip* yaitu dengan menandakan kedua relay *timer* pada *timer trip* dan relay *timer* pada rangkaian proteksi menyala bersamaan sedangkan diluar panel hanya satu lampu yang menyala yaitu lampu panel dengan berwarna merah.

## 5. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Respon sistem tunda secara keseluruhan sesuai dengan yang diharapkan, hal ini terbukti dengan setiap data atau waktu yang dapat diterima oleh *timer start*, rangkaian proteksi dan *timer trip* sesuai atau mendekati dengan perhitungan yang dilakukan pada saat perancangan.
2. Arus *start* yang mengalir pada rangkaian sistem *timer start*, proteksi dan *timer trip* pada saat motor *start* adalah sebesar 380A, sedangkan saat terjadi arus lebih atau gangguan lainnya arus maksimal yang dapat diproteksi oleh *timer trip* dan proteksi hingga kondisi *trip* sesuai waktu tunda yang disetting adalah sebesar 78 A sedangkan untuk arus maksimal pada rangkaian = arus maksimal sekunder pada CT = 5 A.
3. Sistem proteksi arus lebih menggunakan *timer start* dan *trip* ini masih dalam tahap semi otomatis, kinerjanya rangkaian ini difungsikan 80% saja dari kemampuan maksimalnya agar aman dan peralatan elektronika yang terpasang dapat berumur panjang.

### B. Saran

Penelitian tugas akhir merupakan sarana untuk menambah ilmu pengetahuan dan dalam penelitian tersebut mahasiswa dapat membandingkan antara teori-teori yang didapat diperkuliahan dengan praktek, adapun beberapa hal yang penulis sarankan setelah melaksanakan penelitian ini :

1. Sistem proteksi arus lebih dengan *timer start* dan *trip* semi otomatis akan jauh lebih baik jika menjadikan rangkaian tersebut menjadi otomatis menggunakan mikrokontroler dan LCD serta pemrograman lainnya.

2. Dalam perancangan sistem, untuk perhitungan manual diperlukan ketelitian dan pemahaman tentang alat elektronika dasar agar nilai perhitungan dan pengukuran tidak berselisih jauh.
3. Dalam pembuatan perangkat keras pengkabelan dari rangkaian dan tata letak komponen sebaiknya disusun seefisien mungkin sehingga tidak membutuhkan banyak tempat.

## REFERENSI

- [1] Lister, Eugene C. Robert J. Rusch. *Electric Circuits and Machines*. Glenco: New York
- [2] Theodore Wildi, *Electrical Machines, Drives and Power System*.
- [3] Enguene C. Lister, *Mesin dan Rangkaian Listrik*, Edisi ke enam, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1993
- [4] Christian Mamesah, *Proteksi Sistem Tenaga Listrik 1*, Electrical Department TEDC – Bandung, 1998.
- [5] Zuhail."DASAR SISTEM PENGAMAN TENAGA LISTRIK",ITB Bandung,1997.
- [6] Persyaratan Umum Instalasi Listrik 1977 (PUIL 1977) yang mengacu standar IEC (International Electrotechnical Commission) dan Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000) tentang Instalasi Motor Listrik.
- [7] Prof.Dr.Zulhal M.Sc. EE dan Ir.Zhanggischan, *Prinsip Dasar Elektronika*, Gramedia Pustaka utama, jakarta, 2004.
- [8] Delton T.Horn, *Teknik Merancang Rangkaian Dengan IC*,PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 1898.
- [9] Bishop,Owen.Dasar-dasar Elektronika. Erlangga. Jakarta.2002.
- [10] Zuhail,.1988, *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

## BIOGRAFI

**Andri Tukananto**, lahir di Sintang, Kalimantan Barat, Indonesia, 6 Agustus 1992. Memperoleh gelar Sarjana dari Program Studi Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, Pontianak Indonesia

HALAMAN PENGESAHAN

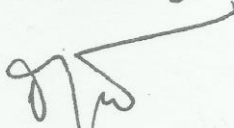
**RANCANG BANGUN SISTEM PROTEKSI ARUS LEBIH  
MOTOR 3 FASA DENGAN *TIMER*  
*START* DAN *TRIP***

**Andri Tukananto**  
**D01110003**

Pontianak, 10 Desember 2015

Menyetujui

Pembimbing I



**Ir. Junaldi, Msc.**  
**NIP. 195908281986021001**

Pembimbing 2



**Dr. Eng. Ir. Hardiansyah, MT**  
**NIP. 196702271993031002**